*Технические науки/металлургия*

*УДК 531-036*

**т.ғ.к. Нұрмұханова А.З., ф.-м.ғ.к. Мухтарова М.Н., Нұрсейтова А.Қ., Зульбухарова Э.М., Конакбаев Б.О., Ермаганбетова С.Д.**

*әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.*

**Металл емес материалдардың физико-механикалық қасиеттерін талдау**

Бұл мақалада металл емес материалдардың негізгі, анықтамасы, артықшылықтары және полимерлердің классификациясы талданады. Сонымен қатар полимеризацияланған және поликонденсациоланған полимерлерді алудың жолдары келтіріледі. Химиялық қосылыстардың полимеразиция процесі мен молекулалардың үлкен санының мономердің элементар құрамын өзгертпей полимерлің үлкен бір молекуласына бірігіуі туралы жазылған. Осы құбылыстың салдарынан полимердің әр түрлі физикалық күйлері орын алады, аталған күйлер температураға байланысты заттың деформациясы кезінде анықталады. Жұмыста сонымен қатар атомдардың бірдей тобы мен өзара химиялық байланысқан көптеген элементар топтардан тұратын контсрукциялық, жоғары химиялық қосылыстар, түріндегі кең тараған металл емес материалдар түрлері келтірілген. Полимердің температураға байланысты деформациясы кезінде анықталатын әр түрлі физикалық күйлері зерттелінеді, деформацияның берілген кернеу мәнінде белгілі бір уақыт ішінде дамитын графикалық тәуелділігі қарастырылады. Полимерлердің негізгі сипаттамаларының бірі температуралық ауысулар, сызықты және торлы полимерлер үшін кернеулердің деформацияға тәуелділігі қарастырылған. Зат бөлшектері арасындағы қашықтықтың өзгерісімен байланысты сызықты кристалданбайтын полимер үшін ауыспалы облыстардың темпераурасы негізделген. Tхр төмен температурада полимер морт сынғыш қасиетке ие болып бұзылады. Бұл макромолекуладағы химиялық байланыстардың үзілуі нәтижесінде болады. Балқу – кристалдану tk температурасынан төмен жататын кристалдық полимерлер де келтірілген. Мұндай заттар катты күйде болады, бірақ, амфорты бөлігінің болуының салдарынан түрлі қаттылыққа ие болады.

***Түйін сөздер:*** металл емес материал, конструкциялық материал, физика-механикалық қасиеттер, резеңке, полимерлер, пластмасса, кернеу, деформация, полимердiң физикалық күйлерi, қызу, рекристаллизация.

***Кіріспе:*** Металл емес материалдарды қолдану бірқатар экономикалық тиімділікке әкеледі. Материалдардың физико-механикалық қасиеттерді жақсарту үшін әр түрлі қоспалар енгізіледі. Бұл ингредиенттер материалдың физико-механикалық қасиеттерін жақсартады.

Металл емес материалдар-бұл органикалық және органикалық емес полимерлі материалдар: пластикалық массалар, металл емес негіздегі композицияланған материалдар, каучук, резина, желімдер, герметиктер, графит, әйнек және керамикалар болып табылады. Конструкциялы материал ретінде бұл полимерлі материалдар металдарға қосымша болып келеді, және кейбір жағдайларда оларды алмастырып отырады.

Металл емес материалдардың артықшылықтары болып аз тығыздық жағдайындағы беріктігі, қаттылығы және созылғыштығы, жарықмөлдірлігі, химиялық беріктігі болып табылады. Сонымен қатар бұл материалдардың технололиялығы мен пайдаланған кездегі тиімділігін айта кеткен жөн. Металл емес материалдардан бұйымдар жасаған кезде олардың еңбек өнімділігі металлдарға қарағанда 5-6 есе аз, ал бағасы 4-5 есе арзан. Осыған байланысты қазіргі таңда металл емес материалдарды машина жасау, авиация, тамақ және криогенді техника өндірістерінде кеңінен қолдану кең етек жая бастады. Керамикадан жасалатын ішкі жану қозғалтқыштарында сумен салқындау жүйесі жоқ, сондықтанда бұл жерде металлдарды қолдана алмаймыз, ракеталардың бөлшектері де металл емес материалдардан жасалады. Қазіргі таңда әлемде бар барлық техникаларды металл емес материалдарсыз елестету мүмкін емес.

Металл емес материалдардың негізі синтетикалық полимерлер болып табылады. Органикалық байланыстардың химиялық құрылысының структуралық теориясын жасаушы А.М. Бутлеров болып табылады. Г.С. Петров, С.В. Лебедев жасаған өнеркәсіптік өндірістегі бірінші пластмасс-нәтижелік жұмыс кезінде әлемде бірінші рет каучуктің өндірістік синтезі алынды. Н.Н. Семенов тізбекті реакциялардың теориясын тауып, оны тізбекті полимеризация технологиясына қолданды. Полимерлердің физикасы мен химиясының дамуы мына ғалымдырдың есімдерімен байланысты: П.П. Кобек, В.А. Каргин, А.П. Александров, С.С. Медведев, С.Н. Ушаков, В.В. Коршак және басқалар. Термотөзімді полимерлердің дамуы К.А. Андрианов есімімен байланысты. Полимерлік материалдар жасау облысында К. Циглер, Д. Натт сияқты шетел ғалымдарының қосқан үлесі зор [1, 2].

Берілген мақалада көрсетілген материалдар конструктор ретінде қолданылатын ең әйгілі материалдарды сипаттайды. Полимерлер деп жоғары молекулалы химиялық байланысы бар, көптеген элементар бөлшектерден тұратын, химиялық байланыспен байланысқан бірдей атомдар топтарын айтады. Макромолекулалар мономерлерден қалыптасатын ұзын тізбектен тұрады. Мономерлердегі жеке атомдар бір бірімен өте мықты ковалентті химиялық байланыспен байланысқан. Полимерлердің макромолекулалары арасында әлсіз физикалық байланыстар бар. Олардың молекулалық массасы 5000 нан 1000000 дейінгі аумақты қамтиды. Макромолекулалардың осындай үлкен өлшемдерінде заттардың қасиеттері тек қана бұл молекулалардың химиялық қоспасымен анықталмайды, сонымен қатар орналасуы мен құрылысына тәуелді болады.

**Теоретикалық есептеулер**

Металл емес материалдардың физико-механикалық есептеулерінің теңдеулері температура өзгерісі кезіндегі материалдардың өзгерісін табу үшін қолданылады. Көптеген құбылыстардың табиғатын және кернеу мен кесу күшінің теоретикалық мәнін табу үшін де осы теңдеулер керек.

Полимерлер көптеген белгілер бойынша классификацияланады: құрамына, макромолекула түріне, фазалық күйіне, полярлығына байланысты. Табиғатына байланысты полимерлерді екі топқа жіктеуге болады – табиғи және синтетикалық. Табиғатта кездесетін полимерлер – өсімдік және жануарлар тегіне байланысты болады, сонымен қатар бұл полимерлерге минералдық заттар да жатады. Синтетикалық полимерлерді қарапайым заттардан химиялық синтез жасау арқылы алады. Синтетикалық полимерлердің табиғи полимерлерден артықшылығы олардың қорларының көптігінде. Синтетикалық полимерлерді алу үшін берілген шикізат ретінде мұнайды, табиғи газды және тас көмірді өңдеу кезіндегі химиялық өнімдер пайдаланылады. Осыдан алынған төменмолекулярлы заттарды мономерлер деп атайды. Мономерлерді химиялық өңдеу кезінде оларды полимерлерге айналдырамыз.

Алу жолына байланысты полимерлер полимеризациялық және поликонденсациялық деп бөлінеді. Полимеразация мономердің көп молекула санының полимердің бір үлкен молекуласына химиялық байланыс процесі. Полимеразация процесі кезінде реакцияда қосымша өнімдер бөлінбейді. Элементтік қоспасы бойынша полимер мен мономер бірдей. Поликонденсация – химиялық реакцияның әсерінен реакцияда қосымша өнімдердің бөлінуімен жүретін әр түрлі мономер молекулаларынан полимердің түзілу процесін айтамыз. Полимердің элементтік қоспасы реакцияға қатысатын мономерлердің қоспасынан өзгеше болады. Схематикалық полимер формуласын мына түрде жазылады: *[М]n, М* –мономердің химиялық құрылысы; *n* –полимеризация дәрежесін сипаттайтын көрсеткіш. Құрамына байланысты барлық полимерлерді органикалық, элементорганикалық және бейорганикалық деп бөледі. Органикалық полимерлер байланыстардың ең ауқымды тобын құрайды. Егер осындай қосылыстардың негізгі молекулярлық тізбегі тек қана көміртек атомдарынан құралса, онда осындай қосылыстар карботізбекті полимерлер деп аталады. Гетеротізбекті полимерлерде негізгі тізбекте қатысатын басқа элементтердің атомдары полимердің қасиеттерін елеулі түрде өзгертеді. Осылай макромолекулаларда оттек атомдары тізбектің иілгіштігін, фосфор және хлор атомдары тізбектің отқа төзімділігін арттырады, күкірт атомдары газөткізгіштігін төмендетеді, фтордың атомдары полимерге жоғары химиялық тұрақтылық береді. Смола мен каучук органикалық полимер болып табылады. Элементорганикалық қосылыстар табиғатта кездеспейді. Материалдардың бұл классы толықтай жасанды түрде жасалған. Элементорганикалық полимерлердің негізгі тізбек құрамында бейорганикалық (Si, Тi, А1) және органикалық (СН3, С6Н5, СН2) атомдар болады. Бұл радикалдар материалға беріктік пен иілгіштік қасиетін береді, ал бейорганикалық атомдар материалдың жылу төзімділігін күшейтеді. Мысал ретінде кремний органикалық қосылыстарды айтуға болады. Бейорганикалық полимерлерге силикатты әйнектер, керамика және асбест жатады. Бұл қосылыстардың құрамында көміртектік скелет жоқ. Бейорганикалық материалдардың негізін кремний оксиді, алюминий, магний, бор, фосфор және кальций құрайды. Бейорганикалық полимерлер құрамында органикалық радикалдар жоқ. Бейорганикалық полимерлерге құрамында органикалық полимерлердікіндей көміртек атомдары бар заттар жатады, мысалы, алмаз және графит. Олардың айырмашылығы түзетін тізбектерінде, органикалық полимерлер сызықтық тізбекке ие болады, ал графит пен алмаз кеңістіктік тізбекке ие. Осыған байланысты олардың қасиеттері де әр түрлі болады. Графит 4000°С жоғары температурада қатты күйде қалатын жалғыз зат болып табылады, ал алмаз әлемдегі ең қатты зат [1, 2].

**Экспериментальды мәліметтер**

Полимердің әр түрлі физикалық күйлерін температура өскен кездегі оның деформациясының өзгерісінен байқаймыз. Берілген кернеудің мәнінде бірлік уақытта өзгеретін деформацияның температураға байланыстылық графигін термомеханикалық қисық деп атаймыз [3].

Сызықта үш физикалық күйге байланысты үш аймақ бар. Ауыспалы аймақтардың орташа температуралары ауысу температуралары деп аталады. Кристалданбайтын сызықты полимер үшін I аймақ – серпімді деформация аймағы болып табылады (зат бөлшектерінің арақашықтығының өзгерісіне байланысты болады). Tхр температурасынан кіші аймақтарда полимер сынғыш бола бастайды. Бұзылыс макромолекуладағы химиялық байланыстың үзілісі салдарынан туындайды. II аймақта аз кернеу макромолекулалардың бөлек сегменттерінің орын ауыстыруын және әсер ететін күштің бағытына байланысты ориентациясын тудырады. Түсіріліп тұрған салмақ азайған кейін молекулааралық күштердің әсерінен молекулалар бастапқы тепе теңдік формаға қайтып оралады.



1 сурет. Кристалл емес сызықтың термомеханикалық өзгерісі (1), кристаллдық (2) және сирекқималы (3) полимерлер (tc, tk, tт, tx – әйнектеу, кристаллизациялау, тұтқыр ағысжәне химиялық ыдырау температуралары), I–III – әйнектәріздес, жоғарыиілмеліжәнетұтқырағыстыжағдайлар

Жоғары иілгіштік күй едәуір қайтымды деформациялармен сипатталады. Tт нүктесінің қасында серпімді және жоғары иілгіштік деформациядан басқа, пластикалық деформация пайда болады. Tk кристализация балқу температурасынан төмен температураларда криссталдық полимерлер қатты күйде болады және әр түрлі күйде болатын аморфты дененің болуына байланысты әр түрлі қаттылыққа ие болады. tk кезінде дененің криссталдық бөлігі балқи бастайды, ал термомеханикалық қисық 1 қисықтың аймағына секірмелі түрде жақындай бастайды (жоғарыиілмелі деформация). Сирек қималы полимерлер 3 типті термомеханикалық қисыққа ие болады. Тордың түйіндері полимерлық тізбектің орын ауыстыруына салыстырмалы түрде кедергі келтіреді. Осыған байланысты тұтқыр ағыстың температурасын жоғарылатқан кезде жоғары иілмелі аймақ ұлғаяды және оның жоғарғы шекарасы болып tx полимердің химиялық ыдырау температурасы алынады. Температуралық орын ауыстырулар полимерлердің негізгі сипаттамаларының бірі болып табылады. Сызықтық және қималық полимерлер үшін кернеудің деформацияға байланысы әр түрлі болады. Сызықты полимерлер әйнек тәріздес күйде сегменттерінің қозғалтқыштығымен сипатталады. Үлкен кернеулер әсер еткен кезде әйнек тәріздес полимерлерде табиғаты жоғары иілгіштікке жақын едәуір деформациялар пайда болады. Бұл деформацияларды А.П. Александров еріксіз – иілмелі деп, ал құбылыстың өзін еріксіз иілу деп атады. Деформацияның еріксіз иілуі tc – txр температуралар интервалында жүреді, ал tc дан жоғары қыздыру температураларында бұл құбылыс қайтымды. Қисықтағы максимум деп еріксіз иілу шегін айтамыз. Тығыз құрлысы бар полимерлерде салмақтың әсерінен серпімді және жоғары иілгішті деформация пайда болады, ал пластикалық деформация жоқ. Сызықты деформация жағдайында тор түйіндерінде жоғары иілгішті деформацияға қарағанда серпімді деформация көбірек орындалады. Жоғары иілгішті деформацияның табиғаты сызықты полимерлердегі сияқты полимерлық молекуланың кеңістіктік формасының қайтымды өзгерісінде жатыр, сығылғыштық кезіндегі максимальды деформация 5–15% аспайды.

Қолдаған әдебиеттер

1. JMLahtin, VPLeontiev.Materials science.M.: Engineering, 1990.
2. Edited bySIBogodukhov, VABondarenko.Technological processesof engineering production. Orenburg,OSU, 1996.
3. Source: http://5fan.ru/wievjob.php?id=6006.

**к.т.н. Нурмуханова А.З., к.ф.-м.н. Мухтарова М.Н., Нурсейтова А.Қ.,**

**Зульбухарова Э.М., Конакбаев Б.О., Ермаганбетова С.Д.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы*

**АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

В данной статье анализируется определение, достоинство, основа неметаллических материалов и классификация полимеров. Также приводится способ получения полимеров, которые делятся на полимеризационные и поликонденсационные. Описывается процесс полимеризации химического соединения и большого числа молекул мономера в одну большую молекулу полимера без изменения элементарного состава мономера, что приводят к различным физическим состояниям полимера, которые обнаруживаются при изменении его деформации с температурой. В работе приводится наиболее популярные неметаллические материалы, используемые в качестве конструкционных, высокомолекулярных химических соединений, состоящие из многочисленных элементарных звеньев, представляющие собой одинаковую группу атомов и связанные между собой химическими связями. Исследуется различные физические состояния полимера, которые обнаруживаются при изменении его деформации с температурой, рассматривается графическая зависимость деформации, развивающейся за определенное время при заданном напряжении, от температуры. Рассмотрены температурные переходы, которые являются одними из основных характеристик полимеров, зависимость напряжений от деформации для линейных и сетчатых полимеров. Обоснована средняя температура переходных областей для линейного некристаллизирующегося полимера, связанная с изменением расстояния между частицами вещества, которая в свою очередь, при температуре ниже tхр полимер становится хрупкой, что приводит к разрушению, которая происходит в результате разрыва химических связей в макромолекуле. Рассмотрены кристаллические полимеры ниже температуры плавления – кристаллизации tk, которые являются твердыми, но имеют различную жесткость вследствие наличия аморфной части, которая может находиться в различных состояниях.

***Ключевые слова:*** неметаллические материалы, конструкционные материалы, физико-механические свойства, резина, полимеры, пластмассы, напряжение, деформация, физические состояния полимера, температура, рекристаллизация.

**Candidate of technical sciences Nurmukhanova А.Z., Candidate of physical and mathematical sciences Mukhtarova M.N., Nurseytova A.K., Zulbuharova E.M., Konakbaev B.O., Ermaganbetova S. D.**

**ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS NONMETALLIC**

This paper analyzes the determination, dignity, non-metallic materials basis and classification of polymers. Also provides a method for producing polymers, which are divided into the polymerization and polycondensation. Describes the process of polymerization of the chemical compound and a large number of molecules of the monomer in a larger polymer molecule without changing the elemental composition of the monomer which leads to the various physical states of the polymer can be detected by a change in its deformation temperature. The paper presents the most popular non-metallic materials used as structural, high-molecular chemical compounds consisting of numerous elementary units, which represent the same group of atoms and interconnected chemical bonds. We study the different physical state of the polymer, can be detected by a change in its deformation temperature dependence of the deformation is considered graphic, developing over time at a given voltage, temperature. Considered thermal transitions, which are among the main characteristics of the polymers, the stress-strain for linear and cross-linked polymers. Substantiates theaverage temperatureof the transition regions of not crystallizationlinearpolymerassociatedwith a change indistancebetween thematerial particles, which in turn, at a temperature belowtxrresinbecomes brittle, which leads to destruction,whichis a resultof chemical bondin the macromolecule.Crystalline polymers are considered below the melting temperature - crystallization tk, which are solid, but they have different stiffness due to the presence of the amorphous part, which can be in different states.

***Keywords*.**non-metallic materials, structural materials, physical and mechanical properties, rubber, polymers, plastics, stress, strain, of the physical state of the polymer temperature recrystallization.

